

Dry compressing vacuum pump has gas ballast device with valve that only opens when difference between atmospheric pressure and pressure on pump side of valve exceeds set value

Patent number: DE19962445

Publication date: 2001-06-28

Inventor: HOELZEMER MICHAEL (DE); MEYER JUERGEN (DE);
ARNDT LUTZ (DE); DREIFERT THOMAS (DE);
SCHOENBORN FRANK (DE)

Applicant: LEYBOLD VAKUUM GMBH (DE)

Classification:

- international: F04B39/00; F04B49/00; F04B25/00; F04C18/16

- european: F04B25/00P, F04B37/14, F04B37/20, F04C29/10G

Application number: DE19991062445 19991222

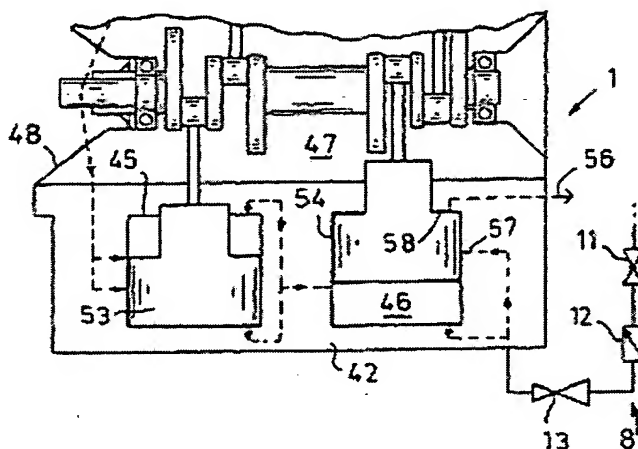
Priority number(s): DE19991062445 19991222

Also published as:

WO0146592 (A1)
US6776588 (B1)

Abstract of DE19962445

Vacuum pump (1) has continuous or staged internal compression and gas ballast device (8) with blocking valve (11) and non-return valve (12) that prevents escape of gases to exterior from pump through gas ballast device. Gas ballast device also has valve (13) that only opens when difference between atmospheric pressure and pressure on pump side of valve exceeds set value.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 62 445 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
F 04 B 39/00
F 04 B 49/00
F 04 B 25/00
F 04 C 18/16

②1 Aktenzeichen: 199 62 445.3
②2 Anmeldetag: 22. 12. 1999
④3 Offenlegungstag: 28. 6. 2001

DE 199 62 445 A 1

⑦1 Anmelder:
Leybold Vakuum GmbH, 50968 Köln, DE

⑦4 Vertreter:
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

⑦2 Erfinder:
Arndt, Lutz, 53844 Troisdorf, DE; Dreifert, Thomas,
50996 Köln, DE; Hölzemer, Michael, 50127
Bergheim, DE; Meyer, Jürgen, 50259 Pulheim, DE;
Schönborn, Frank, 51061 Köln, DE

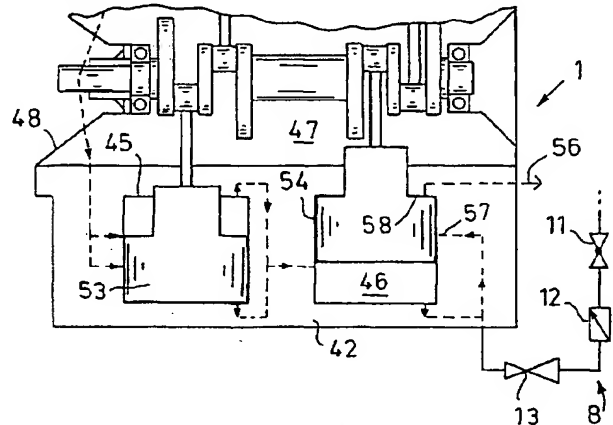
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 09 206 A1
DE 197 04 234 A1
DE 196 34 519 A1
DE 195 24 609 A1
DE 43 27 583 A1
DE 43 25 281 A1
DE 37 10 782 A1
DD 1 43 172
EP 05 41 989 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Trockenverdichtende Vakuumpumpe mit Gasballasteinrichtung

⑤7 Trockenverdichtende Vakuumpumpe (1) mit kontinuierlicher oder stufenweiser innerer Verdichtung sowie mit einer Gasballasteinrichtung (8), die ein Absperrventil (11) umfasst; die Gasballasteinrichtung (8) umfasst zusätzlich ein Rückschlagventil (12), das den Austritt von Gasen aus der Pumpe (1) durch die Gasballasteinrichtung (8) nach außen verhindert.



DE 199 62 445 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine trockenverdichtende Vakuumpumpe mit kontinuierlicher oder stufenweiser innerer Verdichtung sowie mit einer Gasballasteinrichtung.

Unter "trockenverdichtende Vakuumpumpe mit innerer Verdichtung" soll jede Vakuumpumpe verstanden werden, deren Schöpfraum oder Schöpfräume ölfrei ist/sind und bei denen das Schöpfraumvolumen kontinuierlich oder stufenweise vom Einlass zum Auslass der Pumpe abnimmt. Ein Beispiel für eine trockenverdichtende Vakuumpumpe mit kontinuierlich abnehmendem Schöpfraumvolumen ist eine Schraubenvakuumpumpe mit Schraubengängen, deren Steigung, Tiefe und/oder Breite kontinuierlich vom Einlass zum Auslass abnimmt. Beispiele für trockenverdichtende Vakuumpumpen mit stufenweise abnehmender innerer Verdichtung sind mehrstufige Klauen-, Roots- oder Kolbenvakuumpumpen, bei denen das Volumen der Schöpf- oder Kompressionsräume von Stufe zu Stufe abnimmt. Auch bei Schraubenvakuumpumpen ist es bekannt, die Schraubengänge so auszubilden, dass sie ihre Eigenschaften stufenweise verändern.

Trockenverdichtende Vakuumpumpen werden in der Regel bei Applikationen (z. B. bei der Halbleiter-Fertigung) eingesetzt, bei denen giftige, sehr teure oder auch explosive Gase gefördert werden müssen.

Es ist bekannt, bei trockenverdichtenden Vakuumpumpen der erwähnten Art Gasballasteinrichtungen einzusetzen, um im auslassseitigen Bereich Kondensationen zu vermeiden. Der Gasballast wird deshalb dem oder den im Auslassbereich gelegenen Schöpfräumen oder Schöpfraumabschnitten zugeführt.

Trockenverdichtende Vakuumpumpen der hier betroffenen Art weisen wegen ihrer inneren Verdichtung im auslassseitigen Bereich häufig Drücke auf, die nicht nur den Ansaugdruck sondern auch den Atmosphärendruck deutlich überschreiten können. Dieses gilt auch für den Fall, dass Bypassventile eingesetzt werden, weil diese Ventile einen großen Gasstrom auf Grund ihrer begrenzten Querschnitte drosseln. Würde eine Vakuumpumpe der hier betroffenen Art in dieser Betriebsphase mit offenem Gasballastventil betrieben, dann würden von der Pumpe geförderte Gase aus dem Schöpfraum in die Atmosphäre gelangen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, bei einer Vakuumpumpe der eingangs genannten Art die Gasballasteinrichtung so auszubilden, dass die Gefahr des Austritts von Gasen nicht mehr besteht. Außerdem soll erreicht werden, dass der Gasballastbetrieb den Antriebsmotor der Pumpe nicht zusätzlich belastet.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

Dadurch, dass Bestandteil der Gasballasteinrichtung ein Rückschlagventil ist, kann sichergestellt werden, dass von der Pumpe geförderte Gase über die Gasballasteinrichtung nicht nach außen gelangen können.

Zweckmäßig ist es, zusätzlich ein Differenzdruckventil vorzusehen, das den Ballastgaseinlass nur ab einer bestimmten Druckdifferenz ermöglicht. Durch diese Maßnahme kann sichergestellt werden, dass ein Gasballasteintritt nur bei Drücken in der Vakuumpumpe möglich ist, die unterhalb des durch das Differenzdruckventil vorgegebenen Druckes liegen. Eine unnötige Belastung der Pumpe durch die eingelassenen Ballastgase kann dadurch vermieden werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen an Hand von in den Fig. 1 bis 5 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 eine schematisch dargestellte mehrstufige Pumpe mit der erfindungsgemäßen Gasballasteinrichtung,

Fig. 2 eine konkrete Ausführung der Gasballasteinrichtung,

Fig. 3 die Rotoren einer Schraubenvakuumpumpe mit innerer Verdichtung sowie

Fig. 4 und 5 Beispiele für mehrstufige Kolbenvakuumpumpen.

Die Pumpe 1 nach Fig. 1 umfasst drei Stufen 2, 3, 4 mit vom Einlass 5 zum Auslass 6 abnehmenden Schöpfraumvolumen. Zwischen der vorletzten und der letzten Stufe ist eine erfindungsgemäß gestaltete Gasballasteinrichtung 8 angegeschlossen, die in einer Ballastgaszuführungsleitung 9 – in beliebiger Reihenfolge angeordnet – ein Absperrventil 11, ein Rückschlagventil 12 und ein Differenzdruckventil 13 aufweist.

Mit Hilfe des Absperrventils 11 kann in bekannter Weise der Gasballastbetrieb zu- oder abgeschaltet werden. Das Rückschlagventil 12 ist so eingebaut, dass es den Austritt von Gasen, die in der Pumpe 1 gefördert werden, durch die Leitung 9 verhindert. Das Differenzdruckventil 13 bewirkt, dass das Ballastgas bei offenem Ventil 11 nur dann in die Pumpe 1 eintritt, wenn der Druck im Bereich des Ballastgaseintritts einen durch das Differenzdruckventil vorgegebenen Druck unterschreitet.

Die Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der Gasballasteinrichtung 8, die unmittelbar auf das Gehäuse 15 einer Vakuumpumpe 1 aufgesetzt ist. Sie umfasst das Gehäuse 16, das mit Hilfe einer Schraube 17 auf der Vakuumpumpe 1 befestigt ist. Die Schraube 17 ist in den der Zuführung des Ballastgases dienenden Kanal 18 eingeschraubt und weist in diesem Bereich einen Schaftbohlraum 19 auf, der über eine seitliche Öffnung 21 mit dem Innenraum 22 des Gehäuses 16 in Verbindung steht. Im Hohlraum 19 befindet sich das Rückschlagventil 12. Es besteht aus einer Kugel 23 (z. B. aus einem Elastomer), einem Sitz 24 (z. B. aus Stahl) und einer Feder 25, die in Richtung Schließstellung wirkt.

Das beschriebene Rückschlagventil 12 hat auch die Funktion des Differenzdruckventils 13. Der gewünschte Differenzdruck kann über die Auslegung der Schließfeder 25 bestimmt werden.

Der Innenraum 22 des zylindrisch ausgebildeten Gehäuses 16 weist seitliche Öffnungen 27 auf. Eine das Gehäuse 16 umfassende, drehbare Hülse 28 weist in der dargestellten Position zu den Öffnungen 27 konzentrische Durchbrechungen 29 auf. Durch Verdrehen der Hülse 28 erfolgt das Öffnen oder Verschließen der Gasballastzufuhr.

Fig. 3 zeigt die Rotoren 31, 32 einer trockenverdichtenden Vakuumpumpe 1 nach dem Schraubenprinzip. Einlass und Auslass sind schematisch durch Pfeile 34, 35 gekennzeichnet. Die Schraubengänge der Rotoren 31, 32 haben eine abnehmende Steigung und eine abnehmende Breite der Gewindesteige. Auslassnah ist eine Gasballastzufuhr über die Gasballasteinrichtung 8 vorgesehen.

Schraubenvakuumpumpen werden vorteilhaft mit deutlicher innerer Verdichtung betrieben, so dass sich eine maximale Leistungsaufnahme des Antriebsmotors bei einem Ansaugdruck von etwa 300 mbar ergibt. Bei diesem Ansaugdruck ist die Zufuhr von Ballastgas nicht erforderlich, weil die dann üblicherweise hohen Pumpentemperaturen eine Kondensation vermeiden. Würde dennoch in diesem Betriebszustand Ballastgas gefördert, so würde das eine zusätzliche Leistungsaufnahme zur Folge haben, d. h., dass eine zusätzliche Motorleistung bevorratet werden müsste. Es ist deshalb zweckmäßig, das Differenzdruckventil 13 so zu bemessen, dass eine Gasballastzufuhr erst bei einer relativ hohen Druckdifferenz erfolgen kann. Beträgt beispielsweise der Öffnungsdruck des Differenzdruckventils 900 mbar, könnte Gasballast erst bei einem Druck von ca. 100 mbar (Atmosphärendruck minus 900 mbar) eingelassen werden.

In diesem Betriebszustand wird die volle Motorleistung nicht mehr benötigt, so dass für den Gasballast keine größere Motorleistung installiert werden muss.

Die Fig. 4 und 5 zeigen eine Ausführungsform (Fig. 4 nur teilweise) einer trockenverdichtenden Vakuumpumpe, die als mehrstufige Kolbenvakuumpumpe ausgebildet ist. In ihren Schöpfraumgehäuseteilen 41 und 42 befinden sich die zylindrischen Schöpfräume 43 bis 46. Zwischen den Gehäuseteilen 41, 42 befindet sich der Kurbelwellenraum 47, dessen Gehäuse mit 48 bezeichnet ist. Die Kolben 51 bis 54 sind jeweils gestuft und bilden acht Pumpenkammern, die zum Teil parallel geschaltet sind, so dass die dargestellte Pumpe vier Pumpstufen mit abnehmendem Volumen hat. Ihr Einlass ist mit 55, ihr Auslass mit 56 bezeichnet. In der älteren deutschen Patentanmeldung 196 34 519.7 ist eine Vakuumpumpe dieser Art im einzelnen beschrieben. Die letzte ringförmige Pumpkammer bildet die letzte Stufe der dargestellten Vakuumpumpe. Ihr Einlass ist mit 57, ihr Auslass mit 58 bezeichnet.

Bei der Ausführung nach Fig. 4 erfolgt die Gasballastzufuhr in die Verbindungsleitung zwischen dem Auslass der vorletzten Pumpstufe und dem Einlass 57 der letzten Pumpstufe. An diese Verbindungsleitung ist die Gasballasteinrichtung 8 angeschlossen.

Bei der Ausführung nach Fig. 5 erfolgt die Gasballastzufuhr über den Kurbelwellenraum 47, wie es aus der DE-A-197 09 206 an sich bekannt ist.

Der Einlass 57 der letzten Stufe der Pumpe steht über die Leitung 59 mit dem Kurbelwellenraum 47 in Verbindung. Ihre Mündung bildet einen schöpfraumnahen Ballastgaseintritt 61. Sie liegt in der Nähe der einen Stirnseite des Kurbelwellengehäuses 48. Im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Kurbelwellengehäuses 48 befindet sich der Gasballast- oder Spülgaseinlass 8. Über den Gaseinlass 8 einströmendes Gas kann der Kurbelwellenraum 47 gespült und/oder darin ein Unterdruck aufrechterhalten werden.

In Kolbenvakuumumpen ist es wichtig, dass der Druck im Kurbelgehäuse 47 zum Druck in den Pumpenkammern passt. Insbesondere ist der Start einer Kolbenvakuumpumpe bei der Verwendung von Wechselstrommotoren, die ein schwaches Startmoment aufweisen, schwierig, wenn im Kurbelgehäuse ein hoher Druck (z. B. Atmosphärendruck) und in den Arbeitsräumen 43 bis 46 ein Vakuum herrscht. Dieser Fall tritt auf, wenn die Pumpe bei evakuiertem Rezipienten stillgesetzt und über die geöffnete Gasballasteinrichtung 8 das Kurbelgehäuse 47 geflutet wird. Öffnet jedoch die Gasballastzufuhr erst beim Überschreiten einer Druckdifferenz, kann auch beim Stillsetzen der Pumpe im Kurbelgehäuse ein Unterdruck aufrechterhalten werden. Beträgt beispielsweise die durch das Differenzdruckventil vorgegebene Druckdifferenz 600 mbar, dann wird bei geöffneter Gasballasteinrichtung 8 das Kurbelgehäuse 47 nur bis zu einem Druck von etwa 400 mbar (Atmosphärendruck minus 600 mbar) belüftet.

Patentansprüche

1. Trockenverdichtende Vakuumpumpe (1) mit kontinuierlicher oder stufenweiser innerer Verdichtung sowie mit einer Gasballasteinrichtung (8), die ein Absperrventil (11) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gasballasteinrichtung (8) zusätzlich ein Rückschlagventil (12) umfasst, das den Austritt von Gasen aus der Pumpe (1) durch die Gasballasteinrichtung (8) nach außen verhindert.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasballasteinrichtung (8) weiterhin ein Ventil (13) umfasst, das seine Offenstellung nur dann ein-

nimmt, wenn die Differenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Druck, der pumpenseitig dem Ventil (13) anliegt, einen eingestellten Wert überschreitet.

3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Schraubenvakuumpumpe ist.

4. Pumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Differenzdruckventil (13) so ausgebildet ist, dass es bei einer Druckdifferenz von 800 bis 1000 mbar, vorzugsweise etwa 900 mbar, öffnet.

5. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine mehrstufige Kolbenvakuumpumpe ist.

6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass den Kolben ein gemeinsamer Kurbelwellenraum (47) zugeordnet ist und dass die Ballastgaszufuhr über den Kurbelwellenraum (47) erfolgt.

7. Pumpe nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasballasteinrichtung (8) an eine Leitung angeschlossen ist, die den Ausgang der vorletzten Stufe mit dem Eingang (57) der letzten Stufe verbindet.

8. Pumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Differenzdruckventil (13) so ausgebildet ist, dass es bei einer Druckdifferenz von 500 bis 1000 mbar, vorzugsweise 800 mbar, öffnet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

